



体表からの膝関節および後足部アライメント計測に関する研究

著者	大西 忠輔
発行年	2019-03-25
学位授与番号	17104甲生工第346号
URL	http://hdl.handle.net/10228/00007185

氏名・（本籍）	大西忠輔（大阪府）
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学 位 記 番 号	生工博甲第 346 号
学位授与の日付	平成 31 年 3 月 25 日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	体表からの膝関節および後足部アライメント計測に関する研究
論文審査委員会	委員長 教 授 夏目季代久 准教授 宮本 弘之 教 授 平木場浩二 〃 和田親宗

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

高齢者の痛みを伴う代表的な運動器症候群に変形性膝関節症（knee osteoarthritis；以下、膝 OA）がある。膝 OA は、関節軟骨の変性と摩耗を病態の首座に、関節の形態と機能を障害し、歩行時痛などにより移動能力が障害される緩徐であるが進行性の疾患である。本論文では、膝 OA の予防と進行防止を目的に、医療機関以外でも使用可能な X 線に代わるスクリーニング指標を提案し、その有効性を明らかにしている。

第1章では、まず、膝 OA は「運動器症候群」、「骨折・転倒」、「関節疾患」と関わりが深く、発見が遅れ放置されると要介護に至るため、発見や早期予防の重要性を述べている。次に、膝 OA が下肢のアライメント変化を引き起こす代表的な運動器疾患であることから、下肢アライメントにおける膝関節のアライメント不良に着目することの必要性を述べている。そして、膝 OA の発症や進行には、力学的ストレスも深く関与することから、膝関節および後足部が膝に与える影響を力学的観点から推測することの臨床上的重要性を述べている。

第2章では、膝 OA に関する病態・診断・治療・予防についてまとめている。また、膝 OA の治療において保存療法が主体であり、保存療法のためにはアライメント評価によるスクリーニングが必要であることを述べている。

第3章では本研究における足部・足関節の基本的な動きを定義し、さらに X 線像による後足部アライメントおよび膝関節アライメントについて正常なアライメントと異常なアライメントの定義を示している。

第4章では、膝 OA のスクリーニング指標の必要条件を述べ、本研究の位置づけを明確にしている。まず、膝 OA における障害発生の力学的メカニズムの観点から、床反力の影響を最初に受ける後足部アライメントの状態が、膝関節への力学的ストレスを予測するために重要であることを明確にした。その上で、重力方向に対する後足部アライメント評価が必要であり、膝関節アライメントにおいても、力学的指標となる機能軸を反映させた下肢全長によるアライメント評価が必

要であることを述べている。次に、X線被ばくがなく医療機関以外でも簡便に評価が行えることの必要性を述べ、さらに、膝OAにおける早期予防のためには、ある程度の医学的知識を有する医療専門職種（保険医療関連職種等）の使用において、信頼性のある計測が可能な評価法の開発が必要であることを述べている。次に、前述の評価を実現するため、X線被ばくのない方法での後足部アライメントおよび下肢全長を反映させる膝関節アライメント計測方法の提案を行っている。

第5章では、体表から下肢全長のX線撮影による膝関節アライメントを反映させた評価法を提案し、その有効性・信頼性を調べている。提案手法(AMI ; Angle measurement method by image utilizing bony prominences)では、カメラで撮影した体表画像から、画像処理技術により膝関節アライメントを評価している。AMIと下肢全長のX線による評価アライメント評価との相関を求めたところ、強い相関が認められた。さらに、初期の膝OA患者を対象とした実験においても同様の結果が見られたことから、AMIが初期の膝OAに対するアライメントのスクリーニングとしても有効性の高いことが明らかになった。加えて、X線による下肢機能軸のアライメント評価との比較においても、AMIとの相関が強いことから、AMIが力学的ストレスを反映させた評価法であることがわかった。また、一般の医学系ではない大学院生による検者内・検者間の信頼性評価をおこなったところ、高い信頼性が認められたことから、保険医療関連職種等においても信頼性のある計測が期待できると考えた。

第6章では、体表からの後足部アライメントを評価する手法を提案し、その有効性・信頼性を調べている。後足部アライメントの提案手法(HAML ; Hindfoot alignment measurement method with laser beam)では、重力方向を示すレーザ光を体表に照射することで後足部アライメントを評価している。HAMLとX線による後足部アライメント評価法との間で、強い相関が認められたことから、HAMLがX線による評価に代わるものとなり得ることが明らかになった。さらに、重力方向を示すレーザ光の使用により、力学的要素を反映したアライメント評価が可能となった。また、一般の医学系ではない大学生による検者内・検者間の信頼性の評価を行ったところ、検者間信頼性は中等度の信頼性であったが、検者内信頼性は高いものであった。このことから、標準化した評価マニュアルなどを開発することで、保険医療関連職種等においても信頼性のある計測が期待できると考えた。

第7章では、上述の結果から、本研究で提案したAMIおよびHAMLは、保険医療関連職種等の使用において、X線撮影に代わる初期段階の膝OAの予防と進行防止を目的とした膝関節および後足部のアライメント評価法となり得ると結論づけている。ただし、現在はAMIとHAMLを、別々に計測・評価をおこなっているが、今後は同一の作業にて、これらを計測できるシステムが開発されることにより、より臨床的に使用可能な評価手法となると述べている。

以上のように、本研究の提案手法により、被ばくのリスクがなく、X線撮影によるアライメント評価を反映させた評価が医療機関以外でも可能になり、膝OAの予防と進行防止を目的とした

スクリーニングを実現できると考える。

学位論文審査の結果の要旨

公聴会においては、多数の出席者があり、スクリーニング漏れに対する対処法、臨床使用の場合の誤差の取り扱い、計測手法の詳細と課題、結果出力までの時間と携帯端末での利用可能性、信頼性の向上方法、診断等の臨床応用の可能性、など多くの質問がなされたが、いずれも著者の明確な説明により質問者の理解が得られた。

以上により、論文審査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。